

Abstract

L'attività ha riguardato lo studio delle proprietà magnetiche e di trasporto in film sottili ibridi ferromagnete (F)/superconduttore (S) in cui F è sia una lega ferromagnetica debole (CuNi e PdNi) oppure un ferromagnete forte quel il NiFe(=Py). La coesistenza tra superconduttività e magnetismo è un argomento di studio molto interessante considerata la diversa natura di questi due fenomeni. Quello che essenzialmente accade è che la presenza di un'energia di scambio E_{ex} in F causa una traslazione del momento delle coppie di Cooper che entrano nel ferromagnete. Questo implica che il parametro d'ordine superconduttivo non solo decade in F, così come accade per un metallo normale, ma oscilla nella direzione perpendicolare all'interfaccia, lungo il lato F, su una distanza dell'ordine di ξ_F , che è detta lunghezza di coerenza del ferromagnete. Questo carattere non omogeneo del parametro d'ordine è responsabile di molte interessanti proprietà osservate in ibridi S/F. Ad esempio, la forte soppressione della temperatura di transizione superconduttiva, T_c , al decrescere dello spessore dello strato S e, soprattutto, il comportamento non monotono di T_c in funzione dello spessore d_F dello strato F.

Il lavoro svolto in questo lavoro di tesi si è concentrato sulla fabbricazione e caratterizzazione di strutture S/F ottenute mediante uno sputtering magnetron dc a diodo UHV. In particolare è stato studiato l'effetto prossimità in strutture stratificate Nb/Pd_{0.84}Ni_{0.16} and Nb/Cu_{0.38}Ni_{0.62}. Fit teorici degli andamenti di T_c al variare di d_F hanno permesso di ricavare valori per E_{ex} del ferromagnete e per il parametro γ_b che dà informazioni sulla qualità dell'interfaccia. Sono stati poi realizzati e caratterizzati dei trilayers Nb/Pd_{0.84}Ni_{0.16}/Nb che sono stati poi utilizzati da un altro gruppo di ricerca per misure di impedenza superficiale nel regime delle microonde.

In seguito, misurando le caratteristiche tensione corrente $I-V$ sono state studiate le proprietà statiche e dinamiche del reticolo di vortici in questi sistemi e paragonate a quelle ottenute su un singolo film di Nb per valutare esplicitamente il ruolo del ferromagnete. I meccanismi di rilassamento presenti negli ibridi S/F sono stati analizzati nell'ambito della teoria di Larkin and Ovchinnikov.

Un altro argomento che è stato affrontato in questo lavoro di tesi è stato quello relativo alla possibilità di ottenere un effetto prossimità a lungo range, dovuto alla presenza di accoppiamento superconduttivo di tripletto, in trilayers Nb/Py/Nb. Quello che succede è che, mentre nel caso di superconduttività di singoletto la funzione d'onda penetra in F su distanza dell'ordine di ξ_F , che è tipicamente un valore di pochi nanometri, nel caso di superconduttività di tripletto, poiché gli spin paralleli sono solo debolmente influenzato dal campo di scambio presente in F, questa penetrazione si estende su lunghezze molto maggiori. La superconduttività di tripletto può essere generata se le coppie di Cooper presenti in S sono soggette a regioni di magnetizzazione disomogenea si distanza dell'ordine della lunghezza di coerenza superconduttiva, ξ_S . In particolare, misurando la dipendenza dalla temperatura del campo magnetico critico parallelo in trilayer Nb/Py/Nb si è osservato che per valori elevati dello spessore del Py (in un range compreso tra 150 e 250 nm) i due strati esterni di Nb risultavano accoppiati fino a valori di temperature relativamente lontane da T_c . Queste distanze sono molto maggiori del valore di ξ_F che nei film di Py analizzati è stata stimata essere uguale a circa 2 nm. L'effetto è stato messo in correlazione alla magnetizzazione non omogenea presente negli strati di Py di questi spessori che genera una superconduttività di tripletto a lungo range nel sistema Nb/Py/Nb.